

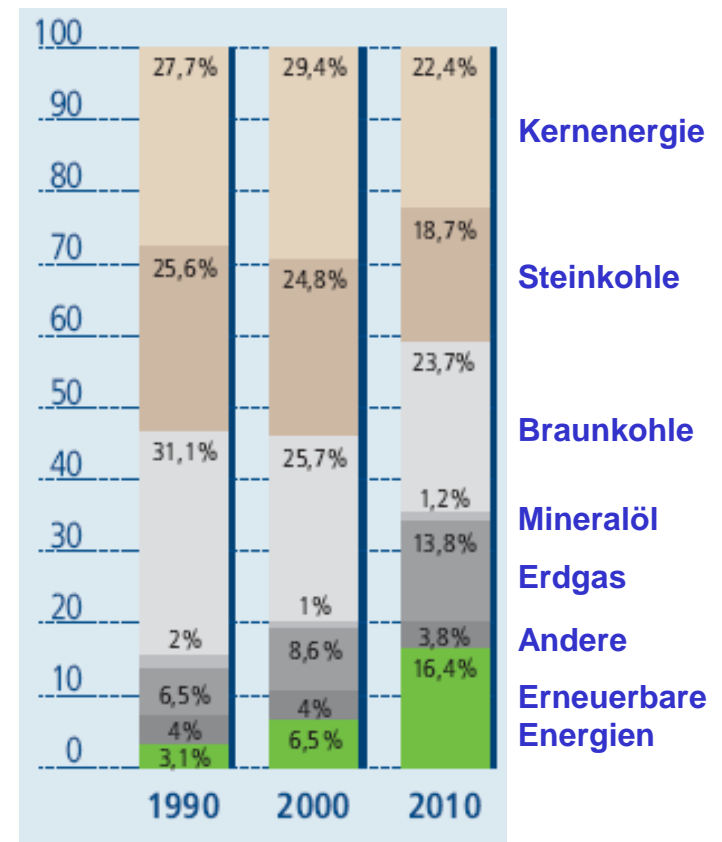
Perspektiven für das Zusammenspiel von Energieeffizienz und Erneuerbaren sowie ihre Einbindung in das Energiesystem

- Andreas W. Bett, Bruno Burger, Günther Ebert, Simon Philipps, Gerhard Stryi-Hipp (Fraunhofer ISE)
- Kurt Rohrig, Philipp Strauß, Bernd Krautkremer (Fraunhofer IWES)
- Hans Christian Gils (DLR)
- Gerd Hauser (Fraunhofer IBP)
- Christoph J. Brabec, Hans-Peter Ebert, Andreas Hauer (ZAE Bayern)

Status der deutschen Energieversorgung

- Erstes Halbjahr 2011: mehr als 20% des deutschen Stroms aus erneuerbaren Energien
- 2010: 9.4% des Primärenergiebedarfs aus erneuerbaren Quellen
- **2050: 100% Erneuerbare Energien sind möglich**
- Wesentlich für die Umsetzung:
 - Energieeffizienz
 - Technologische Verbesserung bei Erneuerbaren Energien
 - Aus- und Umbau des Energiesystems

Anteil der Energiequellen an deutscher Stromproduktion

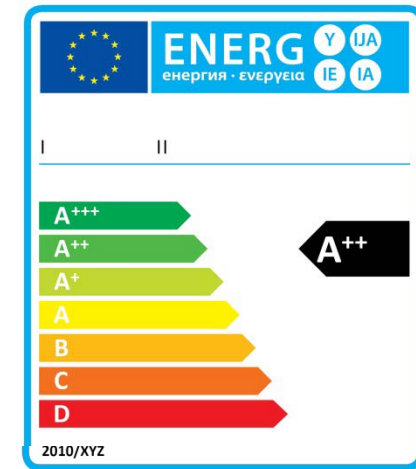
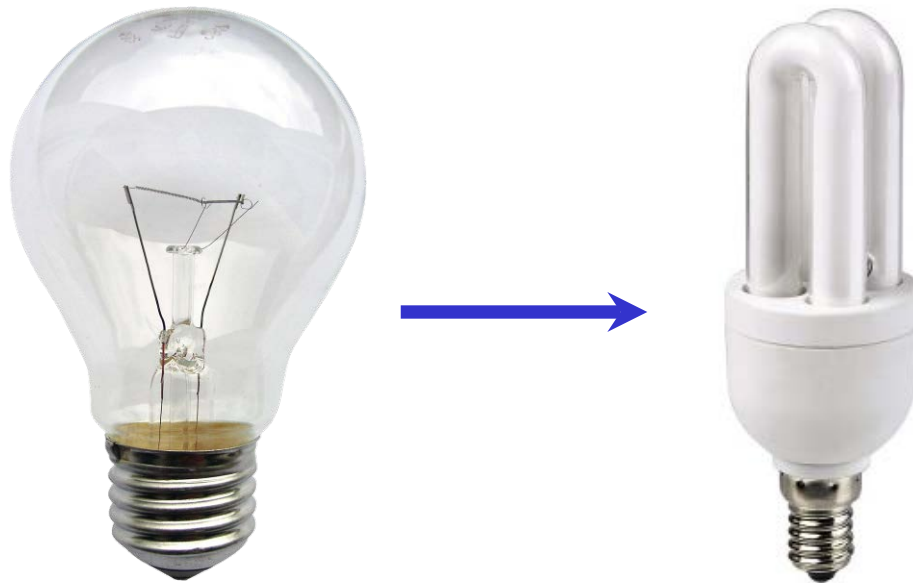


Quelle: BMWi, AGEB, DGS

Energieeffizienz

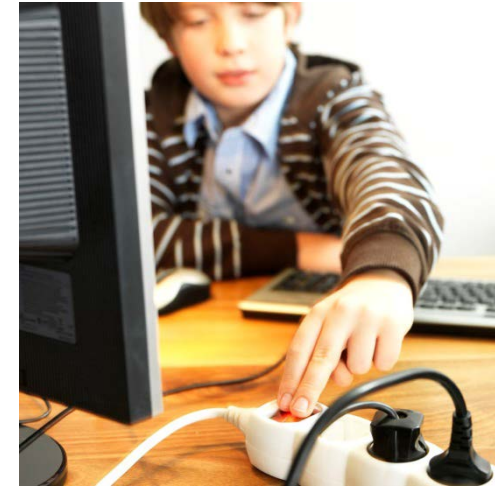
- Strom
- Gebäude
- Mobilität

Energieeffizienz beim Stromverbrauch



Forschungsbedarf:

- Optimierung des Energieverbrauchs in Geräten, Anlagen und Beleuchtungssystemen



© Initiative Energieeffizienz / dena

Gebäudesektor Neubau – Plusenergie

- Neubauten werden im Jahresmittel mehr Energie erzeugen als sie verbrauchen → Plus-Energie
- Hocheffiziente Gebäudehülle, Lüftung mit WRG, Maximierung Tageslichtnutzung
- Solarthermie für Brauchwasser und ggf. anteilig Heizung
- Gebäude-integrierte Photovoltaik
- Tagesspeicher (Wärme, Strom)

Forschungsbedarf:

- **Umfassende Gebäude-Integration von Solarwandlern (architektonisch, bau-konstruktiv)**
- **Systemkonzepte, Systemtechnik**



© Fraunhofer ISE



© Sonnenkraft Deutschland

Gebäudesektor Bestand – Niedrigenergie, Quartierskonzepte

Historische Gebäude, Innenstädte

- Moderate, energetische Sanierung
- Quartierskonzepte, Wärmenetze
- Kraft-Wärme-Kopplung

Sonstige Wohngebiete und Bürogebäude

- Anspruchsvolle energetische Sanierung
- Erneuerbare Energien

Forschungsbedarf:

- Multi-funktionale Fassaden für Sanierung von Bestandsbauten
- Quartierskonzepte
- Smartes Wärmenetz



© Fraunhofer ISE

Energetische Sanierung eines Wohnhochhauses

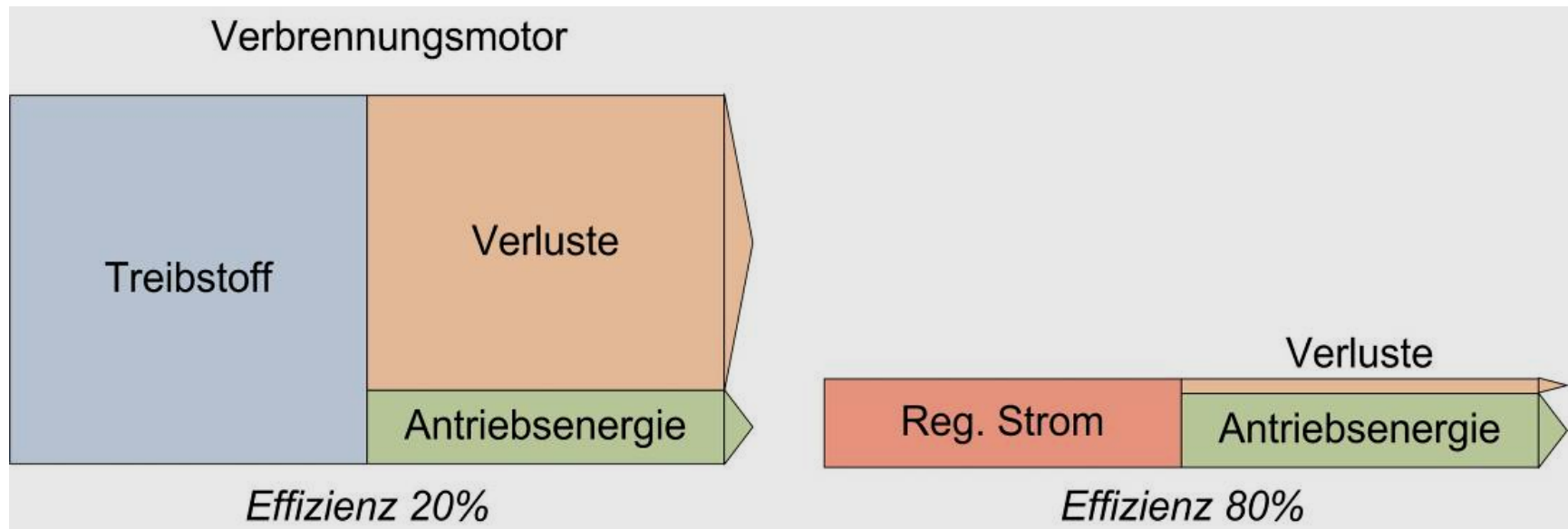
- Baujahr 1968, Sanierung 2009-2011
- Reduktion des Heizwärmebedarfs um 80% von 75kWh/m²a auf 15kWh/m²a
- Energetische Sanierungsmaßnahmen:
 - Optimierung der Gebäudehülle (Dämmung, 3-Scheibenverglasung)
 - Optimierung der Versorgung (Wärmekaskadierung, Reduktion der Zirkulationsverluste, Lüftungsanlage mit WRG)



© Fraunhofer ISE

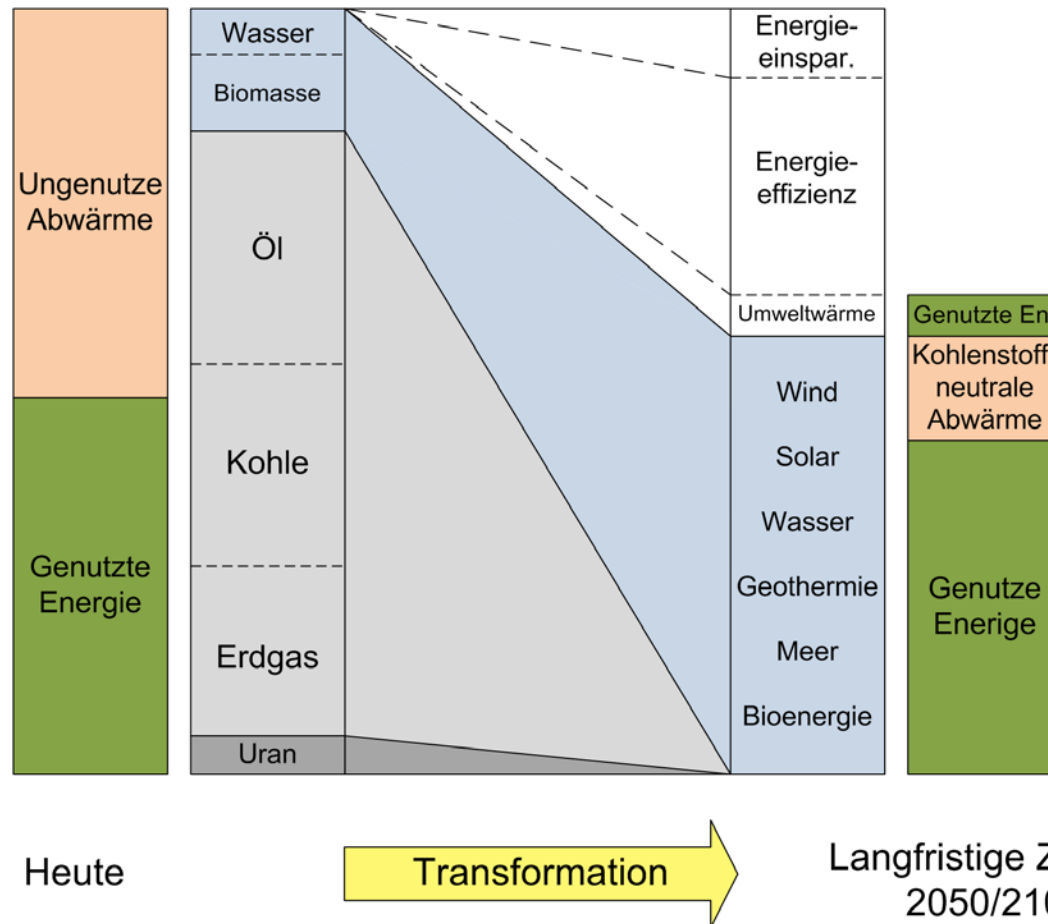
Energieeffizienz im Mobilitätssektor

Effizienzsprung durch Elektromobilität: Faktor 3 - 4



Quelle: Sterner, Schmid, Wickert, 2008; WBGU, 2008

Energieeffizienz durch Nutzung Erneuerbarer Energien



Quelle: Sterner, 2009

Erzeugung Erneuerbarer Energien

Wind (2050: onshore 20-25 %, offshore 35-40 %)

Photovoltaik (2050: 17-30 %)

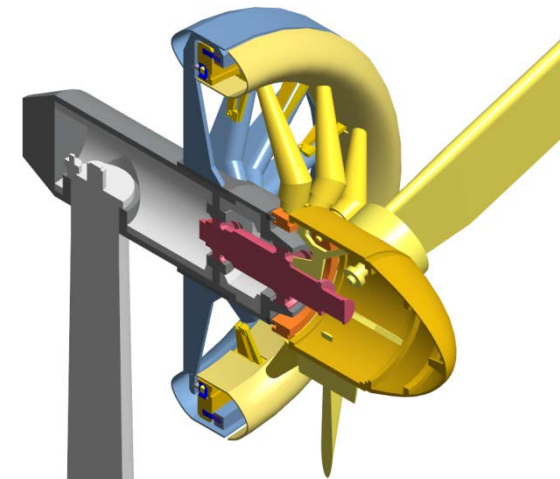
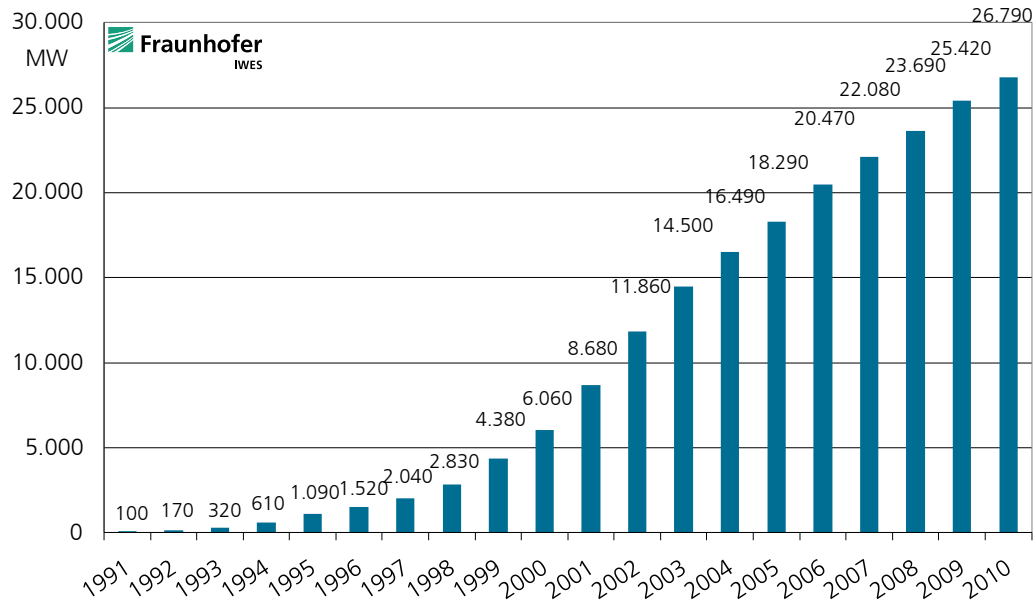
Solarthermische Kraftwerke (2050: Import)

Wasserkraft (2050: 3-4 %)

Biomasse/erneuerbares Methan (2050: 8-10 %)

Geothermie (2050: 3-4 %)

Erneuerbare Energiequellen - Windenergie



© Fraunhofer IWES

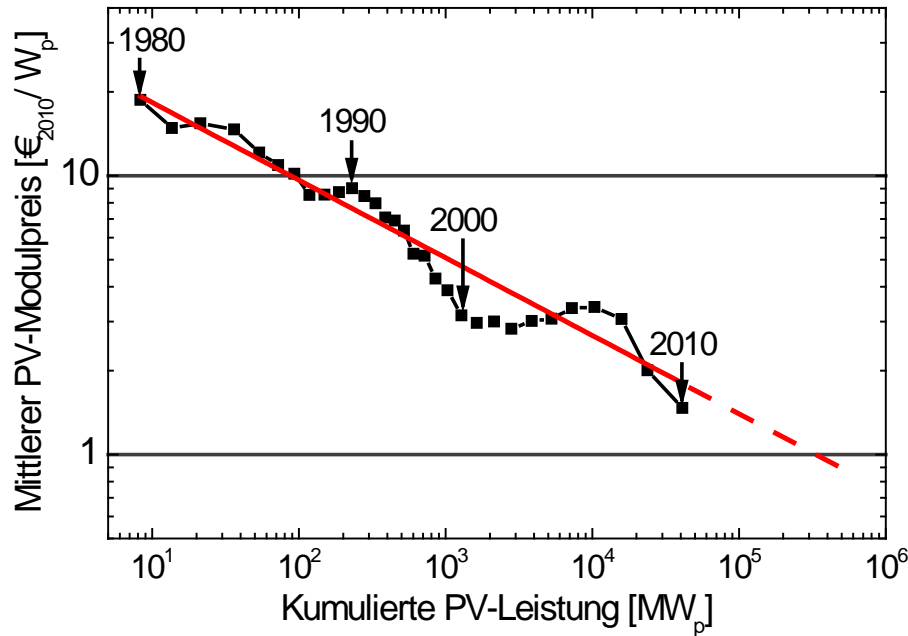


© BWE / Christian Hinsch

Forschungsbedarf:

- Erhöhung von Leistung, Effizienz, Vorhersagbarkeit und Verfügbarkeit

Erneuerbare Energiequellen - Photovoltaik



Forschungsbedarf:

- Erhöhung des Wirkungsgrades
- Neue Prozesstechnologien
- Optimierung der Modultechnologie
- Elektrische Systemintegration

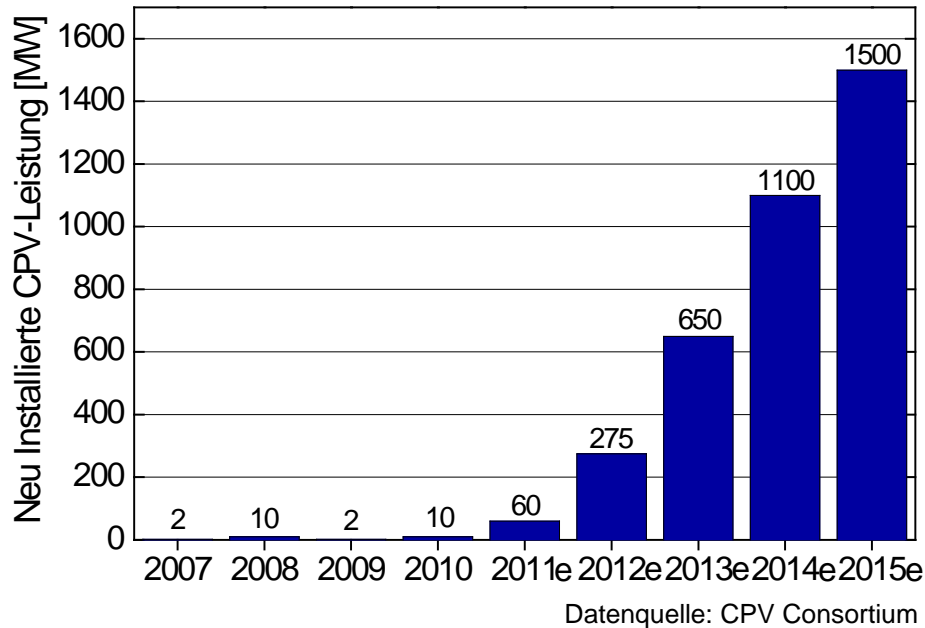


18 MW-Solarpark Senftenberg ©Phoenix Solar AG



Solarsiedlung Freiburg, www.solarsiedlung.de

Erneuerbare Energiequellen – Konzentrierende Photovoltaik



Forschungsbedarf:

- Erhöhung des Wirkungsgrades
- Verbesserung der Konzentratoroptik
- Optimierung des Gesamtsystems



©Soitec Solar GmbH



©Fraunhofer ISE/Zenith Solar

Erneuerbare Energiequellen – Solarthermische Kraftwerke



©Fraunhofer ISE

Forschungsbedarf:

- Hochtemperatur-Konzepte
- Verlustarme Wärmespeicher



©Siemens AG



©Fraunhofer ISE

Erneuerbare Energiequellen – Wasserkraft, Biomasse und Geothermie

Forschungsbedarf Wasserkraft:

- Neue Baukonzepte, Materialien und Werkstoffe

Forschungsbedarf Biomasse / erneuerbares Methan:

- Erhöhung der Effizienz von Biomasse-Nutzungspfaden

Forschungsbedarf Geothermie:

- Erkundungsstrategien
- Verbesserte Produktionstechniken



©Energiedienst AG



©deENet

Transformation des Energiesystems – Herausforderungen

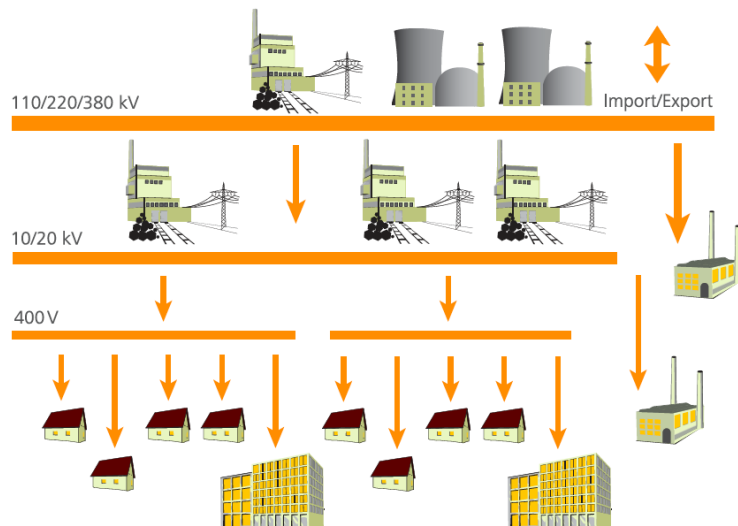
- **Stromnetze/Strombereitstellung**
 - Dezentrale Erzeugung
 - Fluktuierender Wind- und Solarstrom
- **Energiespeicher**
 - Kurz-, mittelfristige und jahreszeitliche Stromspeicher
 - Speicher für Wärme
- **Wärme und Wärmenetze**
 - Ersatz von Wärme aus fossilen Energien
- **Verkehr**
 - Ersatz von fossilen Treibstoffen



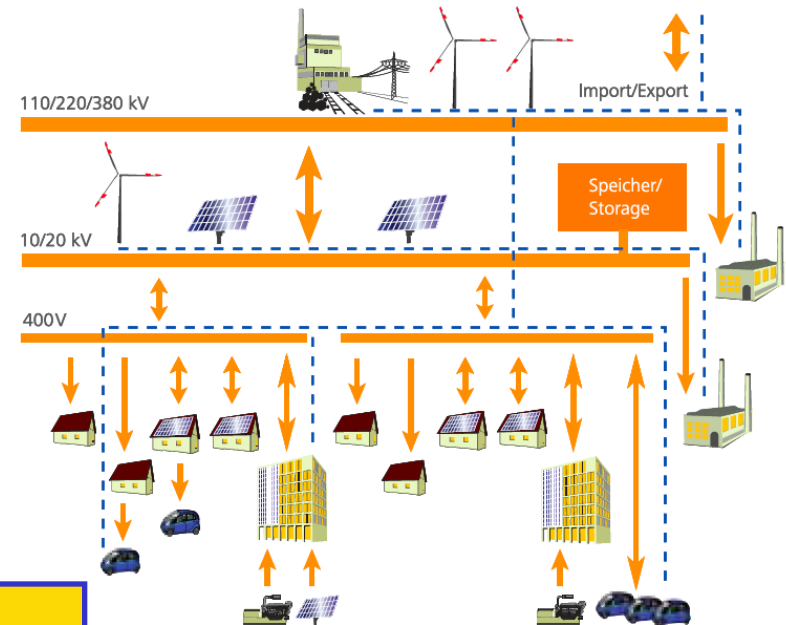
© SMA Solar Technology AG

Strombereitstellung

Vergangenheit:
zentrale Erzeugung
Stromfluss zum Verbraucher



Zukunft:
zentrale/dezentrale Erzeugung
Stromfluss in allen Richtungen



Forschungsbedarf:

- Intelligente Netz- und Regelungstechnik
→ „Regeneratives Kombikraftwerk“

Stromtransport

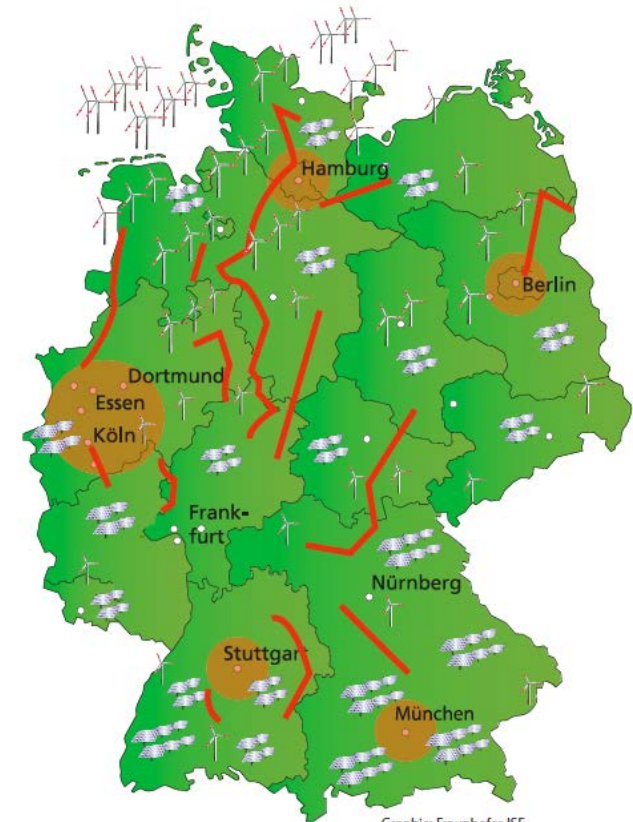
Herausforderung: Fluktuierende Erzeugung von Wind- und Solarstrom

→ Versorgungssicherheit wird erreicht durch:

- Netzausbau Hochspannung für räumlichen Ausgleich fluktuierender Erzeugung in Deutschland/Europa
- Anpassung Verbrauch an Bedarf
- Integration von Speicher

Forschungsbedarf:

- Intelligente Netztechnik
- Speichertechnologien



Stromspeicher für regenerativ erzeugten Strom

Kurz- und mittelfristig:

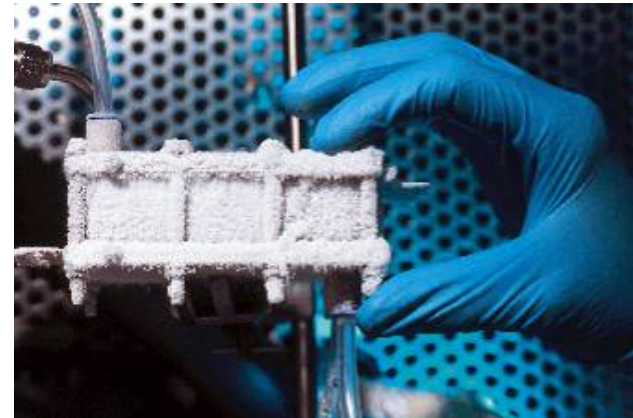
- Pumpspeicherkraftwerke und elektrochemische Speicher
- Lokaler und internationaler Ausbau von Pumpspeichern notwendig

Jahreszeitlich:

- Chemische Speicher
- Wasserstoff: Aufbau eines Verteilnetzes
- Synthetisches Methan: Verteilung und saisonale Speicherung in bestehender Gasinfrastruktur möglich

Forschungsbedarf:

- Neue Batteriekonzepte
- Wasserstoff- und Methan-Technologie



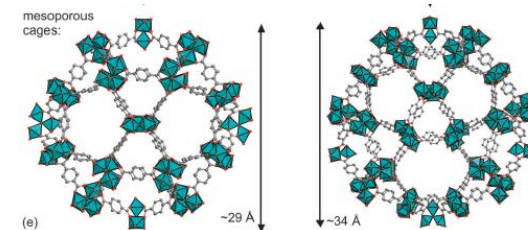
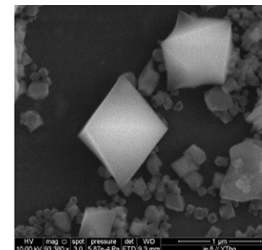
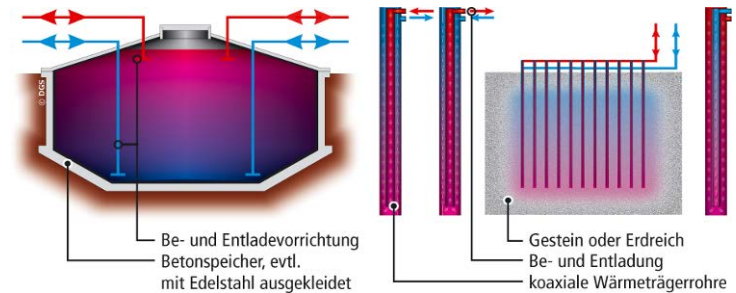
©Fraunhofer ISE



©Juwi Gruppe

Thermische Energiespeicher

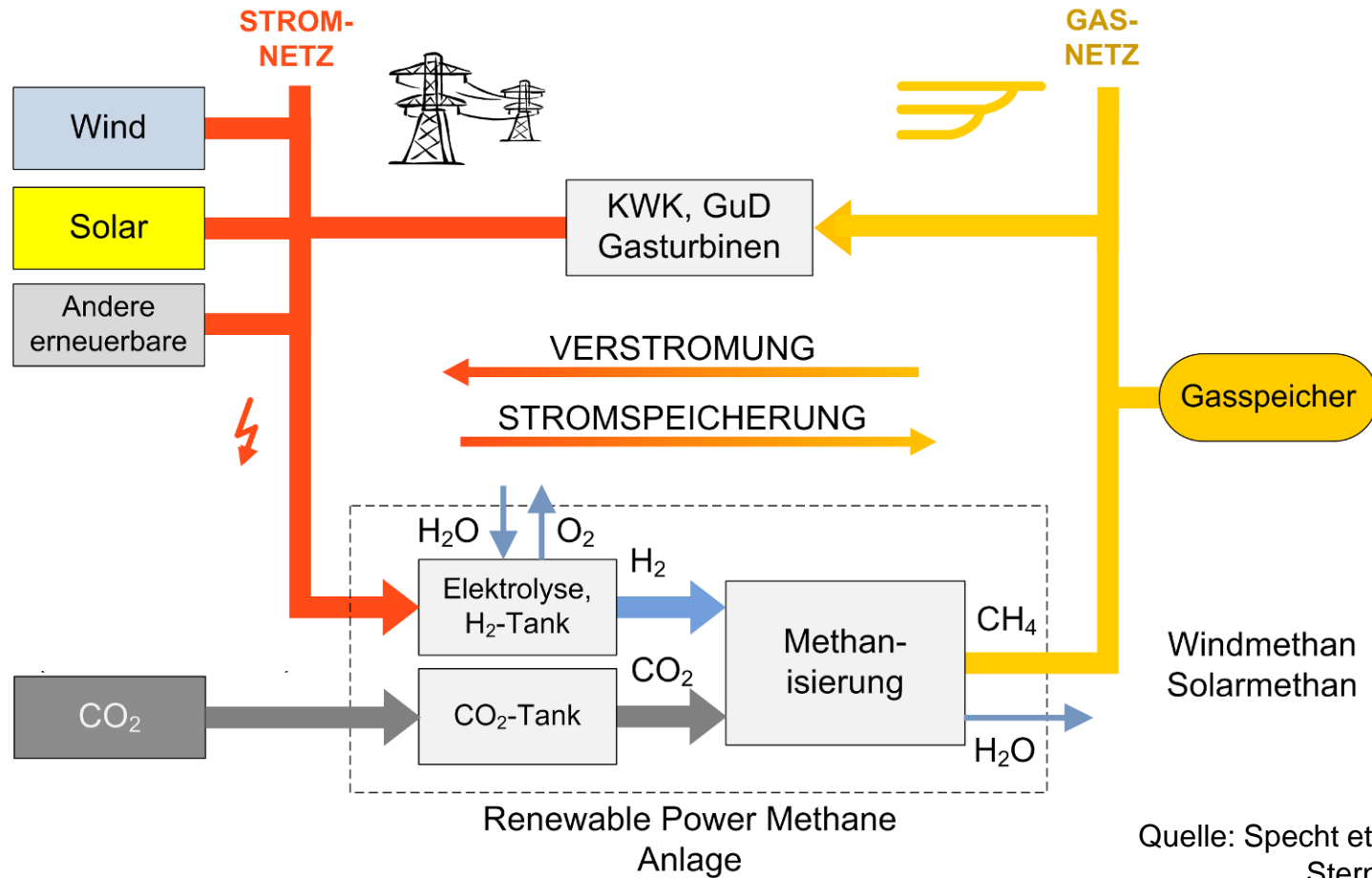
- Saisonale Speicherung solarer Wärme
→ Quartierswärmespeicher
- Wärme- und Kältespeicher zur Nutzung von Stromüberschuss in Gebäuden
- Steigerung der Energienutzungseffizienz von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen
- Hocheffiziente Hoch-Temperatur-Speicher für CSP



Forschungsbedarf:

- Langzeitwärmespeicher für Quartiere und Städte
- Hocheffiziente, verlustfreie Speicher (sorptiv, thermo-chemisch)
- Phasenwechselspeicher für Gebäude-Anwendungen

Stromspeicherung durch Kopplung von Strom- und Gasnetz: Methan als Brücke zwischen den Sektoren



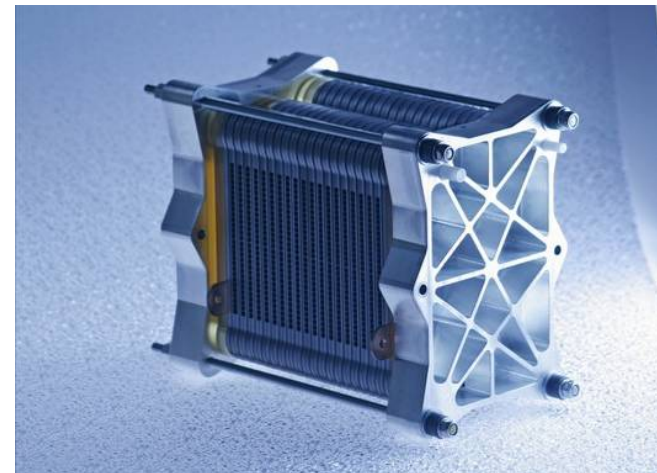
Quelle: Specht et al, 2009
Stern, 2009

Umbau des Energiesystems – Verkehrssektor

- Entscheidend: Elektromobilität
- Wirkungsgrade:
Elektroantriebe: ~ 80%
Verbrennungsmotor: ~ 20%
- Personen- und Güterverkehr:
 - Elektromobile
 - Hybride (Brennstoffzellen; erneuerbare Kraftstoffe)
- Langstreckenverkehr, Schiffe und Flugzeuge: erneuerbare Kraftstoffe

Forschungsbedarf:

- Elektro- und Hybridfahrzeuge
- Batterietechnologie
- Effiziente Erzeugung erneuerbarer Kraftstoffe



© Fraunhofer ISE

Zusammenfassung

- Die Vollversorgung mit erneuerbaren Energien ist bis 2050 möglich
- Technische Lösungsansätze für die Herausforderungen eines neuen, nachhaltigen Energiesystems sind vorhanden
- Weiterentwicklung in Bezug auf Kosten, Effizienz sowie für den Breitereinsatz notwendig
- Konsequentes politisches Vorgehen und kontinuierliche Forschungsförderung erforderlich



© Rainer Sturm/pixelio.de